

Resumo

Os conversores analógico/digitais, sendo responsáveis pela interface entre os domínios analógico e digital em todos os campos de aplicação dos sistemas electrónicos, cumprem um papel crucial no funcionamento destes sistemas. O seu teste é, por isso, de extrema importância e particularmente complexo em virtude da coexistência no mesmo componente de sinais de características muito diferentes. Um aspecto especialmente relevante é a caracterização funcional dos conversores através da extracção de parâmetros obtidos a partir da análise dos códigos de saída gerados em resposta a estímulos conhecidos. O estudo de novos métodos e técnicas para a obtenção e relacionamento dos parâmetros de caracterização mais significativos constitui o tema principal deste trabalho.

Nesta dissertação, após uma breve descrição do processo de conversão analógico/digital, onde se realçam aspectos importantes para a compreensão dos desenvolvimentos aqui apresentados, são descritos os três métodos clássicos de teste dinâmico de conversores: o método do histograma, o método da análise frequencial e o método da aproximação sinusoidal. Estes métodos embora permitam a determinação rigorosa de parâmetros num ambiente laboratorial, exibem algumas exigências incompatíveis com as reclamadas pelo teste realizado em ambiente de produção ou no próprio componente (autoteste).

No sentido de dar resposta a alguns desses problemas, esta dissertação propõe novos métodos de teste que embora possam sacrificar algum do rigor no cálculo dos parâmetros, permitem a sua obtenção em condições adversas, como a ausência de coerência no processo de amostragem, e a captura de um número reduzido de amostras, num tempo de processamento compatível com exigências de produção ou autoteste. Concretamente são apresentados dois métodos de obtenção da não linearidade integral do conversor a partir de um vector de amostras de dimensões reduzidas, obtido em condições de ausência de amostragem coerente, algo que o tradicional método do histograma não permite nas mesmas condições. O primeiro desses métodos baseia-se na relação existente entre a distorção harmónica e a não linearidade do conversor. O segundo extrai essa informação a partir do sinal de resíduo correspondente ao erro introduzido pelo conversor no processo de quantização.

Adicionalmente é apresentado um método de obtenção dos parâmetros de quantificação do ruído e distorção harmónica a partir dum histograma, algo que vulgarmente se obtém através dos métodos da análise frequencial ou da aproximação sinusoidal. Esta estratégia permite não só uma diminuição da quantidade de dados necessária para a obtenção dos parâmetros como o faz num tempo mais reduzido e sem a variabilidade apresentada pelos outros métodos.

Finalmente é apresentado o sistema de teste que foi desenvolvido no âmbito deste trabalho, designado por ADICTS: Analogue to Digital Converter Test System. Este sistema efectua todo o processamento associado quer aos métodos de teste tradicionais quer aos métodos propostos nesta dissertação. Adicionalmente, o sistema permite o controlo remoto (via Internet) dos processos de aquisição de amostras realizados em conversores reais situados no laboratório, e obter amostras

através da simulação de modelos de conversores e geradores de estímulo. Todas estas facilidades são acessíveis ao utilizador através de uma interface amigável que permite controlar e configurar os diversos modos de funcionamento, assim como a visualização gráfica dos resultados.

Abstract

Analogue to digital (A/D) converters, being responsible for the interface between analogue and digital domains, play a crucial role in all fields of application of electronic systems. Their efficient testing is thus of critical importance, and of great complexity too, given the presence of signals with very different characteristics. An issue of particular relevance is the functional characterization of A/D converters by means of parameters obtained by analyzing the output codes generated in response to known stimuli. The study of new methods and techniques for obtaining and relating the more meaningful characterization parameters is the central theme of this work.

After a short description of the A/D conversion process, highlighting important aspects for the understanding of the work being presented, this dissertation begins with the presentation of the three classical dynamic A/D conversion testing methods: the code histogram method, the frequency spectrum analysis method, and the sine wave fitting method. Although these methods allow for accurate parameters computation in a laboratory environment, they exhibit characteristics which are incompatible with those demanded by production test and on-chip test applications.

In order to address some of these incompatibilities, new testing methods are proposed in this dissertation. At the expense of an acceptable loss of accuracy, they allow the computation of these parameters under adverse conditions, such as the ones resulting from non-coherent sampling, reduced number of samples, and short processing times compatible with the requirements of a production test environment and built-in self-test. Specifically two methods are presented for the computation of the converter's integral non-linearity from a shorter data vector obtained in non-coherent sampling conditions, overcoming limitations of the traditional code histogram method. The first method is based on the existing relationship between harmonic distortion and converter's non linearity. The second one extracts that information from the residue associated to the quantization error.

Additionally a new method is presented for obtaining noise and harmonic distortion quantification parameters from the code histogram, instead of resorting to sine wave fitting and frequency spectrum analysis methods. This strategy allows not only a reduction of the amount of data required for computing these parameters, but also does it in a shorter processing time, without the variability presented by the other methods.

Finally the dissertation presents a system that was developed in the context of this work. ADICTS (Analogue to Digital Converter Test System) performs all the processing associated with the traditional and the proposed methods. The system allows the access and control, via Internet, of the data

sampling and acquisition operations performed on real converters located in a remote laboratory, as well as the collection of simulation data from converter and stimuli generator models. All these facilities are accessed from a user-friendly interface, allowing the configuration and control of the different modes of operation and the graphical visualization of all results.